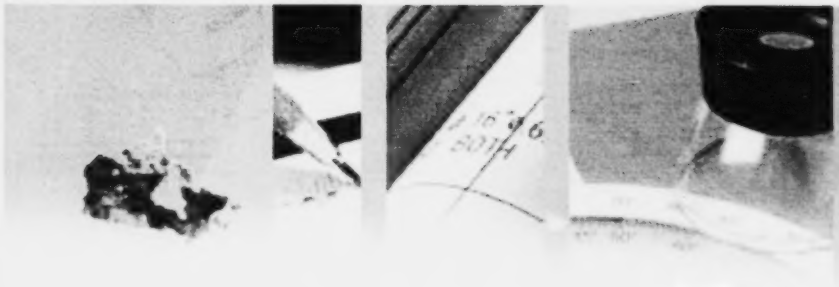


Energy Innovators Initiative

Technical Fact Sheet

Economizers for Packaged Air-Conditioning Units

Description

Individually packaged heating, ventilating and air-conditioning (HVAC) systems, usually placed on the roof and known as rooftop units (RTUs) (see Figure 1), are widely used in small- and medium-sized commercial and institutional buildings.

Although these air-conditioning systems can consume a lot of electricity, you can save energy by using an economizer. Economizer systems take advantage of favourable weather conditions to reduce mechanical cooling by introducing cool outdoor air into a building. The term "free cooling" is used in the HVAC industry to describe savings achieved from a properly working economizer.

Economizers not only save energy, they also decrease wear on the air-conditioning unit and can postpone costly repairs or even the need to replace it.

In mild climates, economizers save energy by using outside air instead of refrigeration equipment to cool the building. In climate zones with hot daytime temperatures and very cold nights, an economizer is not usually worthwhile.

Most packaged RTUs have an optional economizer add-on package, which can be installed when the system is new or may be added to the system as a retrofit at a later date. Retrofitting old economizer control systems to make use of electronic controls is a simple, easy and straightforward operation that can also improve a building's energy performance.

Figure 1 – Rooftop Unit

Technical Specifications

An economizer consists of dampers, sensors, actuators, controls and links that work together to determine how much outside air to bring into a building.

Accurate sensing of outdoor air conditions ensures that free cooling is used only when cost-effective.

For most common applications, a sensor monitors the outdoor air "dry bulb" temperature, or enthalpy[1], to determine whether it is below a predetermined set-point. If it is, the actuator opens the outdoor air damper and alters the path of the return air so that it is exhausted from the building. This is called single sensing. Facility operators need to determine which set-points are best for their building's location, type and internal loads.

[1] Enthalpy is a measure of the total heat content of air based on both the air's temperature and its humidity.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Adding a second sensor in the return air is called differential sensing. With this method, instead of determining an optimized outdoor air set-point, the control system simply chooses the source of air (outdoor air or return air) that has the lowest temperature, or enthalpy.

A differential enthalpy control system can let in excessive outside air when heating is required, so the system must be wired to operate only when there is a need for cooling. This is done using an indoor thermostat.

Some economizers are temperature-only-based systems. Although the temperature of the outside air may be sufficient for cooling, the humidity levels may be too high. However, these systems will bring the humid outdoor air into the building because they cannot detect humidity. This excess humidity can make it uncomfortable for building occupants and can cause air-conditioning compressors to run longer to dehumidify the air, adding to the building's overall energy consumption.

Caution: An economizer system needs to be designed with adequate relief air so that when outside air is drawn into the building, the excess air is relieved. Without an adequate relief system, the building can become over-pressurized, causing exterior doors to stand open and air to whistle through exterior doors and elevator doors. There are three common types of relief systems that can be considered when retrofitting an RTU with an economizer: relief dampers, relief fans and return fans.

Energy Savings

Estimating the savings associated with a given economizer depends on many factors, including building location, construction materials, building use, actual occupancy, the nature of the HVAC equipment, HVAC parameter settings and control systems.

When economizers are properly installed and maintained, they can reduce mechanical cooling by up to 75 percent in certain climates.

To achieve the highest level of energy savings, combine economizers and demand-controlled ventilation (DCV). This combination can reduce air-conditioning costs while bringing in outdoor air for ventilation only as required, based on actual occupancy. DCV, when used alone as a control strategy, does not always save energy. For example, in arid climates, using a DCV control strategy reduces the volume of outdoor air intake, thus restricting the free cooling available from the air. Using both an economizer and a DCV will prevent this. The economizer should be given preference so that free cooling is used when required.

The extra cost for an optional economizer when purchasing an RTU is summarized in Table 1. An installation cost of $1,000 should be added when retrofitting an existing system with an economizer.

Table 1 – Extra Costs for Economizers at Time of RTU Purchase

Cooling Capacity (ton)	Cooling Capacity (kW)*	Average Cost ($)
Up to 10	Up to 35	$500
11 to 20	36 to 70	$900
21 to 30	71 to 105	$1,100
31 to 60	106 to 210	$2,500
61 to 100	211 to 350	$4,000

*kW: kilowatt

Caution: Malfunctioning economizers waste more energy than they were intended to save. For example, if a damper is stuck in the wide-open position, cooling or heating systems have to compensate for the excess air load entering the building. Therefore, ensure that your economizer is properly installed and maintained.

Facility	Area (m²)	Number and Capacity of RTUs	City	Consumption (kWh)	Payback (years)	
					New RTU	Existing RTU
Extended health care	5000	10 units, 10 ton each	Toronto Montréal	33 500 34 000	3.4 5.3	7.1 11.2
Small office	3000	6 units, 12.5 ton each	Toronto Montréal	42 900 38 700	1.6 2.8	3.3 5.9

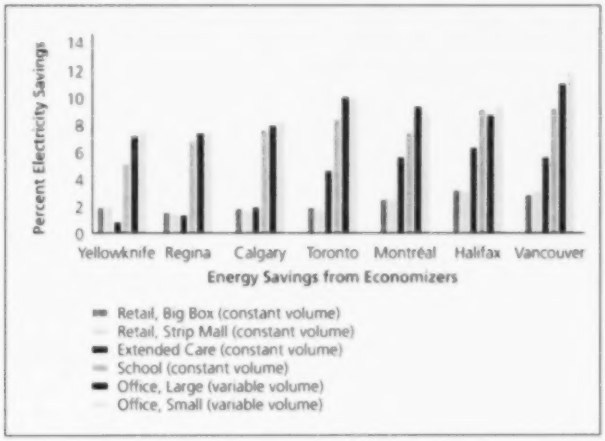
Comparison

Figure 2 provides percentage electricity savings achieved for RTUs equipped with temperature-based economizers in seven cities across Canada for different building types and systems.[2] The models all provide for a dry bulb limit of 23°C (74°F), above which the economizer control is disabled and the outside air returns to minimum. All systems are heated with natural gas.

There was only a minor improvement in energy performance when an enthalpy-based economizer was used.

Case Study

Based on the findings from the energy simulations, the following scenarios were developed to demonstrate the cost-effectiveness of an economizer (see Table 2). Utility rates were assumed to be $0.08/kWh for Toronto and $0.05/kWh for Montréal. The paybacks are presented in two columns. The first one is for purchasing an economizer option when buying a new RTU. The second one is for retrofitting an existing RTU with an economizer that includes the extra installation cost of $1,000 per unit.



The Energy Innovators Initiative, part of Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency, helps commercial businesses and public institutions improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions that contribute climate change.

For more information, contact

Energy Innovators Initiative, Office of Energy Efficiency, Natural Resources Canada, 580 Booth Street, 18th Floor, Ottawa ON K1A 0E4
Tel.: 1 877 360-5500 (toll-free) • **Fax:** (613) 947-4121 • **E-mail:** info.services@nrcan.gc.ca • **Web site:** oee.nrcan.gc.ca/eii
TTY: 613-996-4397 (Teletype for the hearing-impaired)

[2] The energy performance models are derived from Natural Resources Canada's set of prototype buildings developed in support of the technical guidelines produced for the Commercial Building Incentive Program (CBIP). These models were developed by surveying design professionals across Canada to identify typical new construction practices. The feedback from this process was combined with requirements of the *Model National Energy Code for Buildings* to provide for code-compliant representations of the commercial building stock across Canada. These prototype models have been expanded to represent different HVAC configurations for dozens of weather regions across Canada as the basis for the CBIP Web Screening Tool.

Leading Canadians to Energy Efficiency at Home, at Work and on the Road

The Office of Energy Efficiency of Natural Resources Canada strengthens and expands Canada's commitment to energy efficiency in order to help address the challenges of climate change.

Canada

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2004
Cat. No. M144-20/2003E
ISBN 0-662-35667-5
Aussi disponible en français sous le titre : Économiseurs pour les climatiseurs monobloc

Recycled paper

Initiative des Innovateurs énergétiques

Fiche technique

Économiseurs pour les climatiseurs monobloc

Description

Les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) [voir la figure 1] monobloc sont couramment utilisés dans les petits et moyens bâtiments commerciaux et institutionnels. Ils sont habituellement placés sur le toit et, pour cette raison, portent le nom d'appareils de toit.

Ces appareils peuvent consommer une grande quantité d'énergie; vous pouvez toutefois réaliser des économies en utilisant un économiseur. Ce type d'appareil tire parti des conditions météorologiques favorables pour réduire le refroidissement mécanique en laissant entrer dans le bâtiment l'air frais de l'extérieur. L'expression « climatisation gratuite » est utilisée dans l'industrie des appareils de CVC pour décrire les économies réalisées grâce à un économiseur en bon état de fonctionnement.

Outre la réduction de la consommation d'énergie, les économiseurs diminuent également l'usure des climatiseurs, ce qui permet de retarder les réparations coûteuses, voire d'éviter le remplacement des appareils.

Dans les endroits où le climat est doux, les économiseurs réduisent la consommation d'énergie en ayant recours à l'air extérieur plutôt qu'à l'équipement de réfrigération, pour assurer la climatisation du bâtiment. Dans les régions où il fait chaud le jour et très froid la nuit, un économiseur n'est habituellement pas une solution intéressante.

Figure 1 – Appareil de toit

La plupart des appareils de toit sont vendus avec un économiseur en option, lequel peut être installé en même temps que l'appareil neuf ou à une date ultérieure. La mise à niveau des systèmes de contrôle des vieux économiseurs est un processus simple et facile qui permet également d'améliorer le rendement énergétique d'un bâtiment.

Spécifications techniques

L'économiseur comporte des registres, des capteurs, des positionneurs, des commandes et des liens fonctionnant ensemble pour déterminer la quantité d'air extérieur devant être admise dans le bâtiment.

La détection précise des conditions de l'air extérieur garantit le recours à la climatisation gratuite seulement lorsque cela s'avère rentable.

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada
Canada

Dans la plupart des applications courantes, un capteur mesure la température du thermomètre sec de l'air extérieur, ou l'enthalpie[1], afin de déterminer si elle est en dessous d'une valeur de consigne préétablie. Le cas échéant, le positionneur ouvre le registre d'air extérieur et modifie le déplacement de l'air de reprise de façon à l'expulser hors du bâtiment. Cette fonction est appelée détection simple. Les exploitants d'installations doivent déterminer les valeurs de consigne idéales en fonction de l'emplacement, du type et des charges internes du bâtiment.

L'ajout d'un deuxième capteur dans le conduit de reprise d'air permet ce qu'on appelle la détection différentielle, c'est-à-dire que le système de contrôle choisit simplement la source d'air (air extérieur ou air de reprise) qui a la température ou l'enthalpie la moins élevée plutôt que de déterminer une valeur de consigne optimale pour l'air extérieur.

Un système de contrôle à enthalpie différentielle peut toutefois laisser entrer une trop grande quantité d'air extérieur lorsque le chauffage est requis. Il est donc nécessaire d'utiliser un thermostat intérieur afin que le système ne fonctionne que lorsque la climatisation est requise.

Certains économiseurs détectent uniquement la température. Il peut arriver que la température de l'air extérieur soit suffisamment fraîche pour la climatisation mais que les taux d'humidité soient trop élevés. Le cas échéant, l'économiseur laissera entrer l'humidité dans le bâtiment puisqu'il ne peut la détecter. Cet excédent d'humidité peut nuire au confort des occupants du bâtiment et entraîner le fonctionnement prolongé des compresseurs des climatiseurs afin de déshumidifier l'air, ce qui accroît la consommation d'énergie globale du bâtiment.

Avertissement : Un économiseur doit être doté d'un dispositif de décompression adéquat afin d'évacuer l'excédent d'air quand l'air extérieur est admis dans le bâtiment. Sans un tel dispositif, la pression à l'intérieur du bâtiment pourrait devenir trop élevée, ce qui causerait l'ouverture des portes et le sifflement d'air dans les portes extérieures et les portes d'ascenseurs. Il existe trois types de dispositif de décompression pouvant être installés au moment de la mise à niveau d'un appareil de toit doté d'un économiseur, à savoir un registre de décompression, un ventilateur de décompression et un ventilateur de reprise.

Économies d'énergie

L'évaluation des économies que permet de réaliser un économiseur donné est fonction d'un grand nombre de facteurs, notamment l'emplacement du bâtiment, les matériaux de construction, l'utilisation du bâtiment, le taux d'occupation réel, la nature du système de CVC, le réglage des paramètres du système de CVC et les systèmes de contrôle.

Les économiseurs adéquatement installés et entretenus peuvent réduire jusqu'à 75 p. 100 des besoins en climatisation mécanique dans certains climats.

Afin de réaliser le plus d'économies possible, il est recommandé de doter les économiseurs d'un système de ventilation à débit d'air variable (DAV). Cette combinaison peut réduire les coûts de climatisation en utilisant l'air extérieur pour la ventilation uniquement au besoin, selon le taux d'occupation réel. Le système de ventilation à DAV ne permet pas toujours d'économiser de l'énergie lorsqu'il est utilisé seul comme stratégie de contrôle. Par exemple, dans les climats arides, le recours à une stratégie de contrôle avec système de ventilation à DAV réduit le volume de l'air extérieur admis et, par conséquent, les possibilités de climatisation gratuite. Il est possible d'éviter cette situation en jumelant le système à un économiseur. On devrait privilégier ce dernier afin de pouvoir utiliser la climatisation gratuite au besoin.

Le tableau 1 présente le coût supplémentaire d'un économiseur à l'achat d'un appareil de toit. On doit prévoir un coût supplémentaire de 1 000 $ pour l'installation de l'économiseur sur l'appareil de toit déjà en place.

Tableau 1 – Coûts supplémentaires pour les économiseurs à l'achat d'un appareil de toit

Capacité de refroidissement (tonne)	Capacité de refroidissement (kW*)	Coût moyen ($)
Jusqu'à 10	Jusqu'à 35	500
De 11 à 20	De 36 à 70	900
De 21 à 30	De 71 à 105	1 100
De 31 à 60	De 106 à 210	2 500
De 61 à 100	De 211 à 350	4 000

* kW : kilowatt

[1] L'enthalpie est une mesure de la teneur en chaleur totale de l'air en fonction de la température et de l'humidité de l'air.

Tableau 2 – Rapport coût-efficacité d'économiseurs

Installation	Superficie (m²*)	Nombre et capacité des appareils de toit	Ville	Consommation (kWh**)	Période de récupération (ans)	
					AT*** neufs	AT*** en place
Établissement de soins prolongés	5 000	10 appareils, 10 tonnes chacun	Toronto Montréal	33 500 34 000	3,4 5,3	7,1 11,2
Petit bureau	3 000	6 appareils, 12,5 tonnes chacun	Toronto Montréal	42 900 38 700	1,6 2,8	3,3 5,9

* m² : mètres carrés
** kWh : kilowattheure
*** AT : Appareil de toit

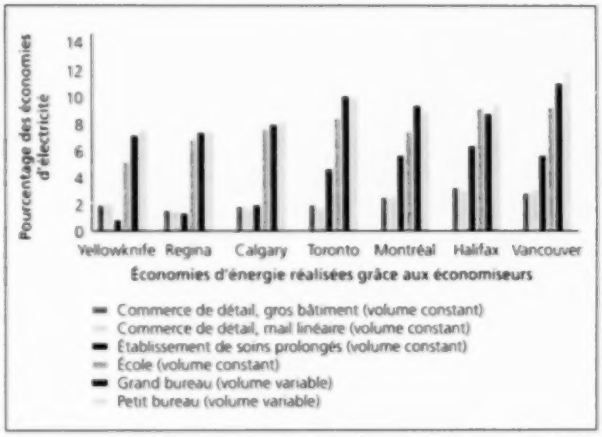
Avertissement : Les économiseurs en mauvais état de fonctionnement gaspillent plus d'énergie qu'ils ne permettent d'en économiser. Par exemple, si un registre est coincé en position ouverte, les systèmes de climatisation ou de chauffage doivent compenser pour la charge d'air excédentaire entrant dans le bâtiment. Par conséquent, assurez-vous que l'économiseur est correctement installé et bien entretenu.

Comparaison

La figure 2 présente le pourcentage des économies d'électricité réalisées pour des appareils de toit dotés d'économiseurs à température dans sept villes du Canada pour différents types de bâtiments et de systèmes[2]. Les modèles tiennent tous compte d'une limite de la température du thermomètre sec de 23 °C (74 °F), au-dessus de laquelle la commande de l'économiseur est désactivée et la quantité d'air extérieur admise est minimale. Tous les systèmes sont chauffés au gaz naturel.

On a uniquement constaté une légère amélioration du rendement énergétique avec l'économiseur à enthalpie.

L'Initiative des Innovateurs énergétiques, qui fait partie de l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada, aide les entreprises commerciales et les institutions publiques à améliorer leur efficacité énergétique et à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre qui contribuent aux changements climatiques.



Étude de cas

À partir des résultats des simulations de la consommation d'énergie, les scénarios suivants ont été élaborés pour montrer le rapport coût-efficacité d'un économiseur (voir le tableau 2). On a présumé que les taux des services publics étaient de 0,08 $/kWh à Toronto et de 0,05 $/kWh à Montréal. Les périodes de récupération sont présentées dans deux colonnes. La première présente la période de récupération pour l'acquisition de l'économiseur à l'achat d'un nouvel appareil de toit, tandis que la deuxième fait référence à la période de récupération pour l'installation d'un économiseur lors de la mise à niveau d'un appareil de toit déjà en place (le coût d'installation supplémentaire est de 1 000 $ par appareil).

Pour obtenir plus de renseignements

Initiative des Innovateurs énergétiques, Office de l'efficacité énergétique, 580, rue Booth, 18e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Tél. : 1 800 360-5500 (sans frais) • **Téléc. :** (613) 947-4121 • **Courriel :** info.francais@rncan.gc.ca • **Site Web :** oee.rncan.gc.ca/iie
ATS : 613-996-4397 (appareil de télécommunication pour sourds)

[2] Les modèles de rendement énergétique proviennent de la série de bâtiments prototypes de Ressources naturelles Canada conçus à l'appui des directives techniques élaborées pour le Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC). Ces modèles ont été élaborés par suite d'une enquête menée auprès des spécialistes de la conception afin de déterminer les méthodes types de construction des bâtiments. Les commentaires formulés dans le cadre de ce processus ont été combinés aux exigences du *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments* afin de fournir des représentations conformes au code du parc de bâtiments commerciaux du Canada. On a intégré à ces modèles prototypes différentes configurations de CVC pour des douzaines de régions climatiques au Canada comme base pour l'outil de vérification sur le Web du PEBC.

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada
renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique
afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

Canada

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2004
N° de cat. M144-20/2003F
ISBN 0-662-75472-7
Also available in English under the title: Economizers for Packaged Air-Conditioning Units

Papier recyclé